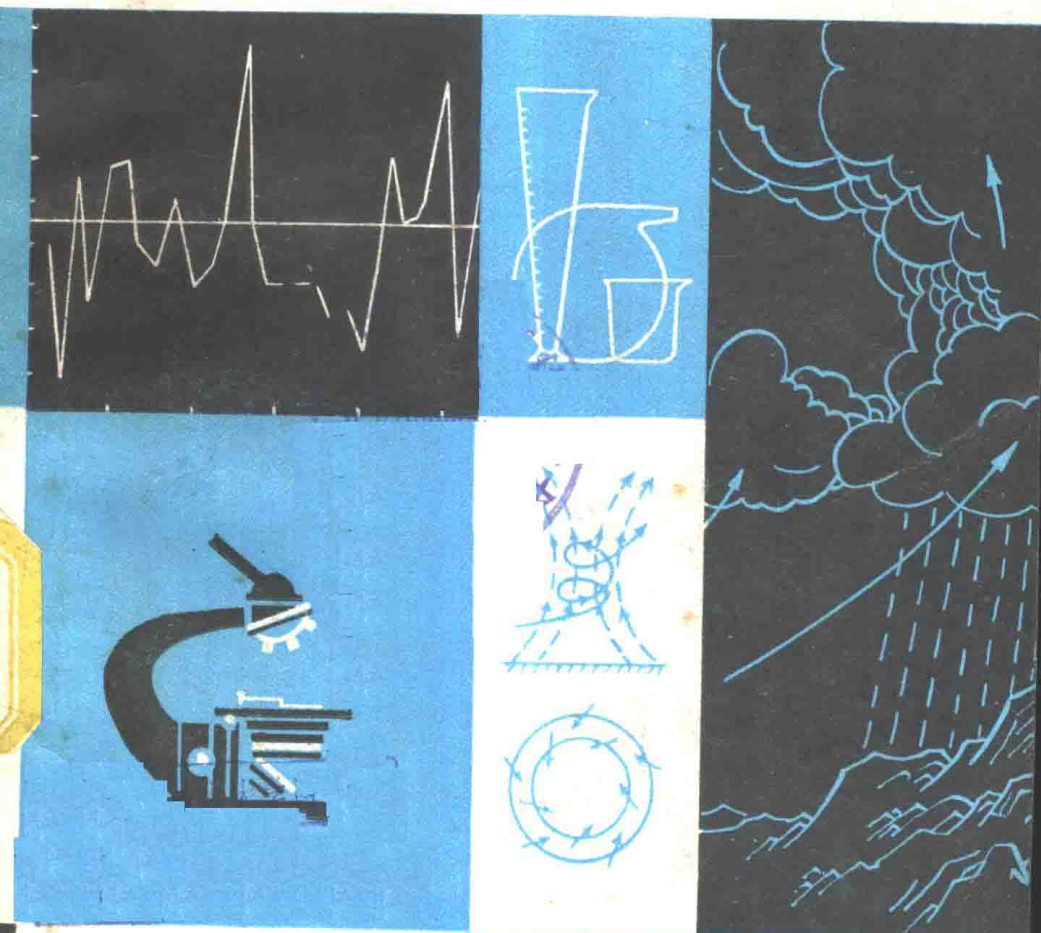


农村科技知识丛书

水文基础知识

山东省水文总站



山东科学技术出版社

农村科学实验丛书

水文基础知识

山东省水文总站

山东科学技术出版社

一九七九年·济南

内 容 提 要

本书主要根据陆地水文学的基本理论和水文实验研究成果,用通俗易懂的文字、图表和公式,阐明水循环运动、降水、蒸发、水位、径流、泥沙、水化学、冰凌等各种水文要素的成因、变化规律、简易测验和资料分析方法,及其在农业、水利、交通运输等生产建设中的作用;还着重介绍了河流、湖泊、水库、地下水等主要水体的水文特点以及如何运用它为生产建设服务。

本书可供基层农林、水利干部、水文站工作人员以及广大农村知识青年学习水文科学知识的参考。

农村科学实验丛书

水 文 基 础 知 识

山东省水文总站

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 11.625印张 1插页 218千字

1979年12月第1版 1979年12月第1次印刷

印数: 1—1,500

书号 16195·31 定价 0.86元

目 录

第一章 水文概说	1
一 水的功能和危害	1
二 人和水的斗争	4
三 水文是水利的尖兵	7
四 陆地水文学的研究内容和方法	11
五 我国水文工作发展概述	20
第二章 水循环运动	25
一 地球上水的数量和分布	25
二 水的循环运动	27
三 水循环的成因和影响因素	31
四 水量平衡	34
五 水循环运动的作用和意义	38
第三章 降水	42
一 降水的成因	42
二 几种主要降水形式	48
三 降水量观测方法	57
四 降水特性及其与生产的关系	61
五 降水量的分布特点	65
六 可能最大暴雨	75
第四章 水的蒸发	83
一 蒸发的作用和意义	83

二	水面蒸发	86
三	土壤蒸发	105
四	植物蒸腾	114
第五章	河川径流	121
一	河流是怎样形成的	121
二	河流的特征	122
三	河流的补给形式	132
四	江河水位的变化	137
五	江河流量的变化	146
六	河流的功与能	165
第六章	河流泥沙	168
一	泥沙的来源与分类	168
二	泥沙运动方式	175
三	泥沙测验方法	186
四	泥沙带来的问题	199
第七章	湖泊水库水文特点	213
一	湖泊的形成和作用	213
二	湖泊水库水位变化特点	218
三	湖泊水库水量平衡计算	228
四	湖泊水库泥沙淤积	238
五	湖泊水库的波浪现象	260
六	湖泊水库水文测验	262
第八章	地下水	265
一	地下水是怎样形成的	265
二	地下水的形态及分类	268
三	包气带水	274

四	潜水	283
五	承压水	296
六	地下水储量的计算	301
第九章	水化学	312
一	水的化学特性	312
二	天然水中化学物质的来源	319
三	水质分析方法	321
四	水质分析内容	325
五	离子径流量的计算	336
六	水质与生产和生活的关系	339
第十章	冰凌	347
一	冰凌是怎样形成的	347
二	冰情特征	350
三	冰期的水位和流量	355
四	冰山与冰河	357
五	冰期与冰的地理分布	359
六	冰凌与生产的关系	363

第一章 水文概说

一 水的功能和危害

水在地球上分布很广，数量很多，与人类生活和生产关系非常密切。地球上的生命就起源于温暖的水体中，可以说，没有水就没有生命。

水在人类的生产活动中，具有非常重要的作用。“水利是农业的命脉”，一切农作物离开水都不能生长。要想保证农业高产稳产，农田中必须经常保持农作物生长所必需的水分。各种农作物的需水量，也因各地气候、土壤、水文地质、地形、农作物种类以及栽培方法不同而不一样。以山东各地冬小麦为例，从播种到成熟整个生长期內，鲁西北平原地区一般每亩需要灌水120~160立方米，胶东半岛和鲁南丘陵地区一般每亩需要灌水130~170立方米，鲁中平原地区一般每亩需要灌水170~220立方米。如要确保高产稳产，每亩灌水量需要增加到260~330立方米。夏玉米从播种到灌浆，每亩灌水量需要240~320立方米。棉花从播种到吐絮，每亩灌水量需要170~190立方米。杂交高粱每亩灌水量需要200立方米左右。水稻的需水量更大，一般从泡田到成熟每亩需要1200~1500立方米水，洼地和滨湖地区也需要800~1000立

方米水。离开水，农业生产就无法进行，这是尽人皆知的道理。

水在工业生产方面也具有非常重要的作用，差不多所有工业部门在生产过程中都离不开水，有些工业部门用水量是极为可观的。如每炼一吨钢或一吨石油，要用水200吨；每造一吨纸，要用水200~250吨；每炼一吨铝，用水800~1000吨；火力发电厂每发一千度电，要用水300~500吨；每座石油钻井消耗水量达70吨；每一吨人造纤维，用循环水1200~1700吨。随着工业的日益发展，工业用水量也越来越多。据一些先进的工业国家统计，工业用水量占的比重都很大。如英国工业用水占总用水量的76%，美国工业用水占总用水量的47%，法国工业用水占总用水量的43%，日本工业用水占总用水量的18%。奔腾澎湃的江河以及波浪起伏的海潮，都蕴藏着巨大的能量，可以修建无数座大大小小的水力发电站，是“取之不尽，用之不竭”的动力资源。

我国幅员广大，河网如织，最有利于发展航运事业。我们的祖先在几千年前，就以舟楫为主要交通工具。现在虽然公路、铁路和空中运输日益发展，但是水上运输仍然是一种最方便和最廉价的运输手段。

另外，海洋、湖泊、河流都是水生生物之家，可以大量发展海水和淡水养殖事业。

水的功能很大，“人可三日无粮，不可一日无水”，这是早被人类实践所证实了的真理。但是，“水能载舟，亦能覆舟”。人若掌握了它的规律，控制了它，就可以为人类服

务；反之，就会给人类带来严重的灾难。例如遇到连续暴雨，江河漫溢，洪水横流，常常给人民的生命财产造成重大损失。平原、洼地大量积水，无处排泄，也常常造成严重涝灾，使农业减产或绝产。所以古时候，人们常把“洪水猛兽”看成是人类生存的大敌。据历史记载：黄河流域在两千多年间，就曾发生水灾1593次，旱灾1073次。1933年黄河决口，淹没土地一万多平方公里。1938年，国民党反动派消极抗战，为了掩护其退却逃跑，在河南花园口扒开黄河大堤，几千万亩土地变成一片汪洋，使千万人民流离失所，无家可归。1931年，长江流域水灾面积达8900万亩，淮河流域水灾面积达7100万亩。此外，在沿海地区还常常受到暴风潮的袭击，危害也非常严重。从1643年到1911年清朝统治的268年中，只山东省就曾发生旱灾233年次，涝灾245年次，黄河和运河洪水灾害129年次，沿海地区潮灾45年次。水旱灾害同时出现的就有223年之多，占清代统治总年数的83%。当时全省108个州县，在268年中共出现旱灾3555县次，涝灾3666县次，黄河运河洪水灾害1788县次，潮灾118县次，全部水旱灾害达9121县次之多。也就是说，每年平均有34个州县遭受水、旱、潮等自然灾害，占全省总县数的31.8%。由此可以看出，水旱灾害是多么频繁，给人民造成的灾难又是何等沉重啊！

二 人和水的斗争

由于水与人类生活和生产的关系非常密切，我国人民很早就非常重视治水工作，并且表现了惊人的智慧。相传在四千多年前，大禹曾领导劳动人民疏通了九河，驯服了当时泛滥横流的洪水，让遭受洪水威胁的人民安居下来。《书经·禹贡》篇上说：“维禹浚川，九州攸宁，爰及宣防，决渎通沟”。意思就是说：只有大禹疏通了河川，使沟渎相连，把洪水排入大海，才使天下的老百姓得到安宁。公元前500多年，吴王阖闾为了水运和灌溉的需要，凿开了堰渎，使太湖和长江沟通。以后，秦、汉、隋、元、明各朝又大加扩充，到清朝就修成了一条从杭州到通县，全长1794公里，沟通了南北五大水系的大运河。对便利南北交通，促进南北经济和文化交流，起了很大作用。

我国劳动人民很早就非常重视发展灌溉事业。公元前250年，秦国的蜀郡太守李冰，就在四川省灌县岷江上修建了历史上最早的都江堰灌溉工程，使成都平原“旱则引水浸润，雨则杜塞水门”，享有“天府之国”的盛名。公元前246年，由郑国负责设计和修筑的郑国渠，从现今的陕西省泾阳县，引泾水向东注入洛水，全长300多公里。渠成以后，人们用含沙量较大、肥效较高的泾水进行淤灌，把关中数百万亩盐碱地逐步改造为良田，从此“关中为沃野，无凶年”，成为我国古代政治、经济和文化的重要基地。此外，如历史

上有名的汉渠、唐徕渠等，也都能灌溉万顷良田，对促进农业生产的发展，发挥了重要作用。

我国人民对地下水的利用也很早。相传四千多年前唐尧时代，有老人击壤而歌，歌词中就有“凿井而饮，耕田而食”的话。在黄河以北，历史上早就有利用井水灌溉的习惯。新疆称“火州”的吐鲁番盆地，地处荒漠，气候干燥，为了引用天山上的融雪灌溉农田，劳动人民在两千多年前就创造了“坎儿井”，即在地底下开挖一百多条暗渠，全长2500公里，再在暗渠上开凿井眼，把天山雪水从地下引来灌溉，灌溉面积达16万亩，使吐鲁番成为沙漠中的绿洲，生长出全国闻名的葡萄和棉花。

我国劳动人民，为了发展农业生产，除了兴建水利工程以外，还因地制宜地创造了各种不同的水土保持方法。如在山区整修梯田，在平原修筑沟洫畦田，并用深耕、垅作、洪水漫地等办法蓄水保墒；还创造了“围田”和“圩田”。围田是“度视地形，筑土作堤”，以便“旱则通水，涝则泄去”；圩田是“据水筑为堤岸，复叠外护，每遇霖潦，以扞水势”。围田和圩田除了在防洪排涝方面具有重要作用外，也是跟干旱斗争的重要设施。

我们的祖先通过长期治水斗争，创造了许多宝贵经验，不断推动水利科学的发展。同时，还出现了不少治水专家，如战国时代的李冰，新莽时代的张戎，东汉的王景，元朝的贾鲁，明朝的潘季驯，清朝的靳辅等，都在治水、治河工作中做出了一定贡献，并在实践中总结出了一些治水治河的科

学经验。如潘季驯的《河防一览》一书，是世界上最早的水利名著之一，至今仍有重要的参考价值。

我国丰富的水利资源和劳动人民长期积累的治水经验，本来可以充分用来造福于人民。但解放前，由于封建制度的长期残酷统治，更加近百年来帝国主义的侵略掠夺、国民党反动派的严重破坏，使我国水利建设事业不但没有发展，很多旧有工程也大都失修或破坏，农业生产经常遭受水旱灾害的威胁，使广大劳动人民处于水深火热之中。

新中国成立后，全国人民在党的领导下，开展了轰轰烈烈的水利建设运动。对黄河、淮河、海河、长江等主要河流，进行了全面勘测，综合规划，分期治理，在许多骨干河流上，修建了许多水库、闸坝、水力发电站和水利枢纽工程。全国已建成大型水库300余座，中型水库2000多座，小型水库7万多座。在防洪、灌溉、水力发电和水产养殖等方面都发挥了重大作用。特别在“小型为主，配套为主，社队自办为主”的治水方针指引下，广大劳动人民积极修建小型水库塘坝，挖河道，修灌渠，建电站，排流沙，战海潮，改碱治洼，大搞农田基本建设，积极发展喷灌、滴灌、暗管排水、人工造雨等先进技术，从消极除害转为积极兴利，做到“蓄排结合，旱涝并防”，大大减轻了自然灾害的威胁，为工农业生产的发展创造了有利条件。

但是，彻底根除水患、兴修水利的任务，仍然是十分艰巨的。英明领袖华主席在五届人大的政府工作报告中指出：“充分发动群众，大搞以改土治水为中心的农田基本建设。

国家要抓好大型水利工程建设，继续治理黄河、长江、淮河、海河、辽河、珠江等大江大河，搞好解决西北、华北、西南地区干旱问题的骨干工程，兴建把长江水引到黄河以北的南水北调工程。各地要因地制宜搞好中、小水利工程，认真抓好坡地、盐碱地、红壤土等低产田的治理。”为我国今后水利建设提出了明确的方向和任务。只要我们全面完成以上各项水利建设任务，就一定能够进一步消除水害，发展水利，真正达到“遇旱有水，遇涝排水”，以充分适应工农业高速度发展的需要。

三 水文是水利的尖兵

水文是水利建设的尖兵。要想根除水患，兴修水利，彻底把水治好，必须首先通过水文工作摸清水的脾气，认识水的特性，掌握水在自然界里的变化规律。

传说在上古时期，洪水泛滥成灾。当时的舜曾派一个叫鲧的人去治水，由于鲧不了解水的特性，盲目采取堙(yīn，堵塞)的办法，治了9年都失败了。于是舜把鲧杀了，又命令鲧的儿子禹去治水。禹接受了他父亲的教训，认识了“水流就下”的特性，改“堙”为“导”，顺着水的自然流势，开挖排水河道，引导洪水入海，才把泛滥的洪水治服了。大禹治水的故事，虽然是一个传说，但却告诉我们一个道理，就是要想把洪水驯服，不摸清水的脾气和规律，是不行的。特别随着社会主义建设事业的发展，现在已经不是单纯让洪

水流入大海，还必须充分利用一切水利资源，最大限度的发挥水在生产建设中的作用。因此，更需要深入研究水文特性，正确认识水在自然界中的变化规律。

譬如，要对某一条河流制订流域治理规划的时候，必须首先知道这条河流一年中的来水量有多少，最大流量多大，有多少泥沙，以及水量、沙量在一年中的分配和变化特点等等。如果这些基本问题弄不清楚，制定流域治理规划也就无从着手。有时还因为水文资料不足或精度不高，在制订规划时脱离实际，甚至造成严重错误。所以，毛主席和周总理都在水利建设中，非常重视对基本资料的分析研究工作。毛主席在1955年2月视察长江时，就曾亲自向长江流域规划办公室主任、水利专家林一山，详细询问了长江水文资料的研究、整编情况，长江流域的降雨规律，洪水灾害发生的原因及防洪的办法等等。毛主席还通过三天三夜的亲身视察，对长江的水量、泥沙、地质、气象、洪涝灾害、沿江建设等，都做了详细的了解，在全面调查研究的基础上，为征服和开发万里长江，规划了宏伟蓝图，指出了明确的方向。

水文工作在水利工程的设计中，其作用就更为明显。例如，在修建水库时，因为大坝需要建筑在河道上，挡住了河流的去路，如果不知道河流一年中的来水量有多少，遇到多大的暴雨会产生多大的洪水总量和最大流量，径流在一年内和多年内变化和分配情况如何？就无法进行正确的工程设计，或在设计中陷入很大的盲目性，一是可能把大坝修的太高，水源不足，水库里经常蓄不满水，造成很大浪费；二是

把大坝筑得太低或溢洪道修得太小，在遇到较大洪水时，溢洪道宣泄不及，大坝被洪水冲垮，给下游人民的生命财产造成严重危害。在水利建设中，以上两种教训，都是经常遇到的。如河南省有几座大中型水库，就是由于当时水文资料不足，设计标准偏低，在1975年8月遇到特大暴雨时，造成了垮坝事故，给国家和人民造成了非常严重的损失，教训是极为深刻的。

对于农田灌溉来说，了解河流、湖泊的水文变化规律也非常重要。只有了解河流、湖泊等各个时期水位的高低、水量的大小、含沙量的多少，以及水的化学成分等，才能确定灌溉面积的多少和引水、提水建筑物的大小，制订出合理的灌溉计划，才能知道泥沙是否会对引水建筑物和渠道等造成淤积现象，以及水质对农作物有无妨害，是否宜于灌溉等。

修建水力发电站时，也必须首先了解河流的最大流量、最小流量、平均流量以及水头的大小，才能据以计算河流的发电能力和确定装机容量。特别是最小流量以及出现的机遇，对水力发电站的设计更为重要。如果设计流量偏大，当遇到最小流量时，电站发不出电来，就会打乱工农业生产的用电计划，给工农业生产造成很大被动。

在抗旱、防汛斗争中，为了取得主动权，有力地战胜水旱灾害，也必须做好水文情报、预报工作。事先知道流域上游下了多少雨，能产生多大的洪水，洪水在什么时候到达，最高水位多高，最大流量多大，才能及时采取有效措施，以

免造成洪水漫溢、河道决口等严重灾害。解放以后，全国数千条河流，特别象长江、黄河、淮河、海河等一些主要河流，虽然出现过几次较大洪水，都未酿成严重水灾，除了加强流域治理外，积极开展水文情报预报，对保证抗洪斗争的胜利，也发挥了十分重要的作用。在干旱季节，为了做到适时灌溉，合理用水，就必须做好雨情和墒情测报，及时了解农作物的需水情况及旱情发展趋势，摸清现有灌溉水源及其抗旱能力，才能制订出合理的灌溉用水计划，有效地战胜旱灾，夺取农业丰收。

当大量的水库、闸坝、灌区、水力发电站，特别是一些大型水利枢纽工程建成以后，也必须做好水文测报，掌握水文特性，制订科学的调度运用方案，才能正确地确定什么时候拦蓄，什么时候泄洪，什么时候放水灌溉，以及应该拦多少，泄多少，放多少，真正做到安全蓄水，科学用水，合理调度，正确运用，充分发挥工程效益。

水文工作不但在水利建设和农业生产中有重要作用，而且在工业、交通等方面也是必不可少的一项基础工作。如修建桥涵、码头、船坞等，都必须摸清水的变化规律，才能进行合理的设计。有些工矿、厂址的选择，必须掌握水的变化规律，以防洪水淹没厂房，或枯水时因水源不足而造成停产。地下矿井在开采过程中，如果对地下水的情况了解不够，处理不好，矿井就有被地下水淹没的危险。在雨季或洪水暴涨的时候，也常常给矿井造成很大威胁。随着工业的不断发展，水源污染也已成为一项严重的社会问题，必须进行

水质监测，加强水源保护，以保证工农业用水的质量和人民生活的需要。

水文工作在国防建设上也有重要作用。因为各种水体与国防建设和军事行动都有重要关系。部队不论在平时战备工作中或战时行军、设防、进攻时，经常要受到河流、湖泊的影响，必须对河流、湖泊的水位、水深、水面宽、流速、冰情等水文现象，作充分的调查了解，才能保证战争的胜利。在历史上，由于对河流水文情况了解的是否清楚、具体和正确，而导致战争胜利和失败的事情是屡见不鲜的。特别是国防工程的建设，如军港、机场、基地等，也必须有可靠的水文资料，才能进行合理的设计。

由上述情况可见，水文工作对各项国民经济建设和国防建设服务的范围是非常广泛的。随着国民经济建设的不断发展，对水的利用也越来越向高级阶段发展，水文工作也越来越重要。

四 陆地水文学的研究内容和方法

1. 什么叫水文

水文这个名词是由希腊字母“水”和“研究”两个单词组成的，也就是“水的研究”的意思。我们知道，天文学研究的对象是天体，地质学研究的对象是地壳，而水文学研究的对象就是水体。什么叫水体呢？水体是对自然界里水的各种存在形式的统称。水在空中以气态形成云雾，在陆地上以液